

Декомпозиция технологических процессов для оценки эффективности функционирования поточной линии по предпосевной обработке семян

Ермат Ишбаевич Кубеев, доктор технических наук, профессор кафедры, kubeevei@ystu.ru;

Борис Сергеевич Антропов, доктор технических наук, профессор кафедры

Ярославский Государственный технический университет, г. Ярославль, Российская Федерация

Важным этапом повышения эффективности растениеводства является разработка научно обоснованных технологий и технических средств предпосевной подготовки и обработки семян. Среди разнообразных методов, положительно влияющих на повышение урожая, скороспелость и устойчивость к неблагоприятным условиям, одним из перспективных является дражирование. *(Цель исследования)* Математически представить связь между входными и выходными параметрами технологического процесса предпосевной обработки семян для определения его неизвестных динамических характеристик. Обосновали целесообразность использования дражированных семян, в состав оболочки которых включены вещества, необходимые для активного роста и повышения устойчивости к неблагоприятным воздействиям. Искусственное покрытие обеспечило их более точный высев. *(Материалы и методы)* Провели экспериментальные исследования с применением компьютерного математического моделирования. Обработали результаты экспериментов методами математической статистики с применением пакета статистического анализа, пакета прикладных программ для исследования, анализа и моделирования технологических процессов. Определили физико-механические свойства семян, показатели их качества и наполнителей. *(Результаты и обсуждение)* Использовали программу для решения задач экспериментальных исследований, включающую в себя получение: информации о процессах, выполняемых машинами по предпосевной обработке семян в соответствии с разработанными моделями их функционирования; выбор наиболее эффективных средств измерения, регистрации и обработки информации о работе машин и оборудования в нормальных условиях функционирования; проверку эффективности разработанных методов и средств, обеспечивающих качество технологического процесса в условиях случайных возмущений. Исследовали параметры и режимы установки для дражирования семян. *(Выводы)* Вычислили средние значения параметров процессов предпосевной обработки семян в условиях нормального функционирования машин и оборудования с учетом достоверности, надежности полученных характеристик. Разработали основы технологического процесса нанесения искусственных оболочек на поверхность семян. Результаты исследования могут быть использованы в качестве рекомендаций на практике для организации предпосевной обработки семян с целью повышения всхожести и урожайности сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: информационная модель, модель функционирования, совершенствование технологий предпосевной обработки, технологический процесс, дражирование, дражирование, поточная линия.

■ **Для цитирования:** Кубеев Е.И., Антропов Б.С. Декомпозиция технологических процессов для оценки эффективности функционирования поточной линии по предпосевной обработке семян // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. Т. 12. №3. С. 22-27. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-3-22-27

Decomposition of Technological Processes for Evaluating the Performance of Production Line for PreSowing Treatment of Seeds

Ermat I. Kubeyev,
Dr.Sc. (Eng), Professor of Department,
kubeevei@ystu.ru;

Boris S. Antropov,
Dr.Sc. (Eng), Professor of Department

Yaroslavl State Technical University, Yaroslavl, Russian Federation

Abstract. An important step in improving the efficiency of crop production is the development of scientifically valid technologies and technical means of presowing preparation and treatment of seeds. Among the various methods that have a positive impact on crop growth, early maturity and resistance to adverse conditions, one of the most promising is seed pelleting. *(Research purpose)* The reasonability of the use of pelleted seeds (dragees) was shown the shell composition of which includes the substances necessary for active growth and increase resistance to adverse effects, and, in addition, it provides a more accurate seeding. We substantiate the need for improvements to existing technologies and agricultural equipment (for example, seed pelleting

machine). due to the significant lack of hightech means of mechanization of seed presowing preparation at domestic agricultural enterprises. (*Materials and methods*) Experimental studies have been carried out with the use of computer mathematical modeling. Results of experiments were processed by methods of mathematical statistics, statistical analysis and data processing package, research application package, filtering, analysis and modeling of technological processes. Physical and mechanical properties and quality indicators of seeds and fillers have been determined in accordance with the applicable state standards. (*Results and discussion*) Use has been made of a program that includes obtaining information about the processes to solve the problems of experimental studies carried out by machines for pre-sowing treatment of seeds in accordance with the developed models of their functioning; the choice of the most effective means of measuring, recording and processing information about the operation of machines and equipment in normal operating conditions; as well as checking the effectiveness of the developed methods and tools to ensure the quality of the process in case of accidental disturbances. (*Conclusions*) The authors have studied main parameters and operating modes of a seed pelleting installation. An average values of the process parameters of the presowing treatment of seeds have been calculated under the conditions of normal functioning of machinery and equipment taking into account the validity and reliability of the obtained characteristics. The authors have developed the technological fundamentals of the artificial coating of seed surface. The study results can be used as practical recommendations for the organization of presowing treatment of seeds in order to increase seed germination and crop yields.

Keywords: Information model, Operations model, Improving of presowing treatment, Technological process, Seed pelleting, Production line.

For citation: Kubeev E.I., Antropov B.S. Decomposition of technological processes for evaluating the performance of production line for the presowing treatment of seeds. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2018. 12(3): 22-27. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-3-22-27. (In Russian)

Исследованию процесса предпосевной обработки семян предшествует подготовительный период, одной из задач которого является изучение теоретических основ работы дражжирователя, составление методики обработки экспериментальных данных и интерпретация полученных результатов. С этой целью провели эксперименты с применением метода компьютерного моделирования. В целом технологический процесс с помощью разных математических способов можно представить в виде соотношения между входными $x_1(t), \dots, x_n(t)$ и выходными параметрами $y_1(t), \dots, y_k(t)$ [1-3].

Цель исследования – совершенствовать методы и средства экспериментальных исследований процесса предпосевной обработки, заключающиеся в изучении схемы, вероятностных характеристик и моделей функционирования предпосевной обработки семян; математически представить связь между входными и выходными параметрами технологического процесса предпосевной обработки семян для определения неизвестных динамических характеристик.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Динамическая характеристика технологического процесса предпосевной обработки семян может быть представлена как неизвестная линейная система. Целесообразно рассматривать ее как элемент, определяющий связь между входными и выходными параметрами технологического процесса (рис. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Информационную модель технологических процессов предпосевной подготовки семян и оценку качества их функционирования представим в виде следующих структурно взаимосвязанных систем (рис. 2) [4].

Задача оптимизации сводится к максимизации

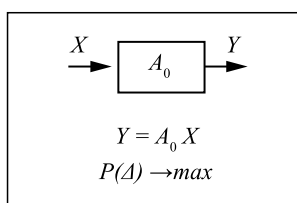


Рис. 1. Общая информационная модель с критерием качества

Fig. 1. General informational model with quality criterion

вероятности сохранения допуска количественных и качественных параметров каждого из этапов технологических процессов Q , где выбором вектора управляемых параметров машин служат (X_{a1}, X_{a2}) .

Из-за помехи E_i функция сохранения допуска может изменяться, и следует говорить о максимизации ее математического ожидания.

$$Q_{cp} = [X_{a1}, X_{a2}, \dots, E_1, E_2, \dots, B', B'' \dots] = \\ = M[X_{a1}, X_{a2}, \dots, E_1, E_2, \dots, B', B'' \dots] = \\ = \int_{E \in \Omega} A_i [X_{a1}, X_{a2}, \dots, E_1, E_2, \dots, B', B'' \dots] P(E) dE, \quad (1)$$

где A_i – оператор преобразования входных векторов в выходные; $X_{a1}, X_{a2} \dots$ – набор машин для подготовительно-заключительных операций; $E_1, E_2 \dots$ – векторы помех, определяемые свойствами семян и компонентов оболочки; $B', B'' \dots$ – подготовительно-заключительные операции.

Процедура многопараметрической оптимизации сводится к нахождению векторов X (одного из вариантов подготовительно-заключительных операций), которые удовлетворяют неравенствам:

$$d_{js} [(X_{a1}, X_{a2}, \dots)(E_1, E_2, \dots)(B', B'', \dots)] \geq Q, \quad (2)$$

$$Q^* < Q[(X_{a1}, X_{a2}, \dots)(E_1, E_2, \dots)(B', B'', \dots)] < Q^0, \quad (3)$$

где Q^0 , Q^* – заданный уровень качества системы и ее минимальное значение соответственно. Максимизация вероятности сохранения допуска не предполагает достижения максимума всеми его составляющими, которые могут принимать определенные значения и характеризовать свойства системы. Принято считать, что фактически обобщенная система оценки вероятности сохранения допуска Q^0 и совокупность значений дополнительных оценочных показателей q_e^+ меньше или равны значениям Q^0 и q^0 (параметрам, удовлетворяющим наложенным ограничениям), причем q_e^0 могут не принимать экстремальных значений. Варианты технологических процессов подготовки семян, защитно-стимулирующих компонентов и клеящей жидкости можно выразить как:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_1^0 \leq Q_{1\text{доп}}^0 \\ Q_2^0 \leq Q_{2\text{доп}}^0 \\ Q_3^0 \leq Q_{3\text{доп}}^0 \\ q_1^0 \leq q_{1\text{доп}}^0 \\ q_2^0 \leq q_{2\text{доп}}^0 \\ q_3^0 \leq q_{3\text{доп}}^0 \end{array} \right\}. \quad (4)$$

Выполнение этих условий предполагает выполнение всех операций с соблюдением агротехнических требований и необходимого качества.

Допуск на текущее значение выходного технологического процесса (или операции), находящегося под воздействием случайных возмущений, может быть сохранен, если входные возмущения соответствуют допускаемым. Они были учтены при комплектовании машин и оборудования как динамических систем. Таким образом, если характеристики входных возмущений и режимы работы машин и оборудования не соответствуют допускаемым, то некорректна и сама постановка вопроса сохранения допуска выходного технологического процесса. Сохранение допуска $\Delta_y^{\text{вблх}} = f(U, \Delta_x^{\text{вблх}})$ выходного процесса $Y(t)$ зависит от режима работы машин и оборудования U и допуска $\Delta_x^{\text{вблх}}$ на текущее значение входного процесса $X(t)$:

$$\Delta_y^{\text{вблх}} = f(U, \Delta_x^{\text{вблх}}). \quad (5)$$

В случае функциональной статистической связи между входными и выходными процессами задача оценки и сохранения текущих значений допусков технологических процессов решена в работах [4, 5].

Особую сложность задача оценки и сохранения допускаемых значений выходных технологических процессов приобретает тогда, когда связь между входными и выходными процессами носит динамический характер и описывается дифференциальными уравнениями, а поля допуска формируются случайными функциями времени (рис. 3).

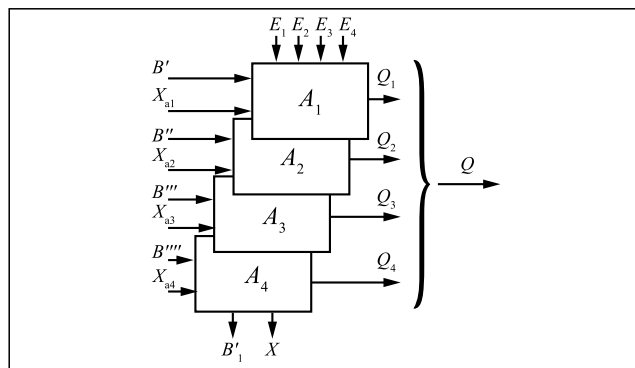


Рис. 2. Информационная модель оценки технологических процессов предпосевной подготовки и обработки семян

Fig. 2. Information model of technological processes evaluation of pre-sowing preparation and seed treatment

Если на вход динамических систем поступают входные возмущения, являющиеся случайными функциями времени со своими оценками статистических характеристик: средними значениями $m(t)$, дисперсиями D_x , плотностями распределения вероятностей $f(x)$, корреляционными функциями $R(\tau)$ и их спектральными плотностями $S(\omega)$, то справедлива запись следующего вида:

$$\left\{ \begin{array}{l} D_y \\ R_y(\tau) \\ S_y(\omega) \end{array} \right\} \Rightarrow f \left\{ \begin{array}{l} D_x \\ R_x(\tau) \\ W(S) \end{array} \right\}, \quad (6)$$

где D_y , $R_y(\tau)$, $S_y(\omega)$ – соответственно дисперсия, корреляционная функция и спектральная плотность выходного процесса.

В соответствии с выражением (6) получим:

$$\left\{ \begin{array}{l} N \\ A_{y\text{min}} \\ m_{vs}, \sigma_{vs} \\ m_{vt}, \sigma_{vt} \\ f(vs), f(vt) \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \pm \Delta_y^{\text{вблх}} \\ \rho_x(\tau) \\ S_x(\omega) \\ W(S) \end{array} \right\}, \quad (7)$$

где $\pm \Delta_y^{\text{вблх}}$ – допуск на текущее значение выходного технологического процесса; N – количество выбросов за установленный случайный уровень; $A_{y\text{min}}$ и $A_{y\text{max}}$ – минимальное и максимальное значение выброса соответственно; m_{vs} , σ_{vs} ; m_{vt} , σ_{vt} – параметры среднего значения и среднего квадратического отклонения площади и длительности выброса соответственно; $f(vs)$, $f(vt)$ – значения плотностей вероятности распределения площадей v_s и длительности v_t выбросов соответственно.

При подготовке семян и других компонентов к процессу нанесения искусственных оболочек ввиду изменения их физико-механических свойств, а также в зависимости от производительности соответствующих установок их загружаемая масса $m_c(t)$, $m_n(t)$, $m_k(t)$ преобразуется соответственно в подачу

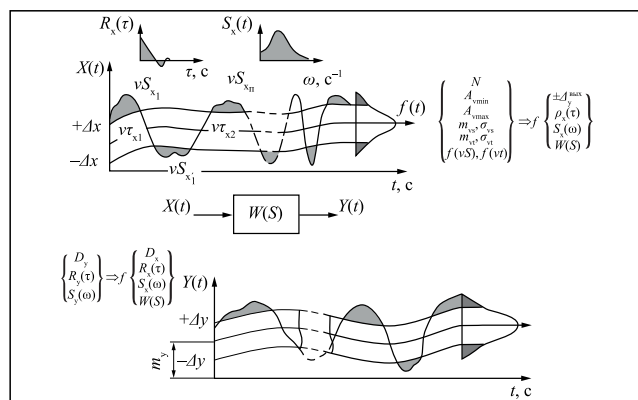


Рис. 3. Схема оценки допускаемых значений выходных процессов при динамической функциональной связи между входными и выходными процессами машины

Fig. 3. Scheme of evaluation of permissible values of output processes in the dynamic functional relationship between the input and output processes of the machine

$q_c(t)$, $q_n(t)$, $q_k(t)$. На предварительном этапе нанесения искусственных оболочек из-за взаимодействия семян $q_c(t)$ и клеящей жидкости $q_n(t)$ у первых изменяются физико-механические свойства, что приводит к изменению скорости скатывания их по внутренней поверхности барабана $v_c(t)$. При достаточно высокой скорости скатывания (без отрыва от поверхности) подача наполнителя $q_k(t)$ обеспечивает коагуляцию наполнителя с поверхностью семян и выход их с искусственной оболочкой $q_d(t)$ [6-8].

Например, при обработке семян эфиромасличных культур перед посевом вместо шлифования проводят замачивание (рис. 4) с целью удаления (растворения) эфирной оболочки, содержащей ингибирующие вещества, кроме того семена проходят ферментацию. Чтобы растворить эфирную оболочку, необходимо менять воду, используемую для замачивания зерен. При этом в процессе замены воды возможна потеря семян $P_c(t)$ [9-11].

При заблаговременном нанесении искусственной оболочки проводят шлифование (рис. 4). Для обеспечения необходимого качества технологического процесса необходимо установить требуемый зазор δ между барабаном и пластинами, а также обороты $\omega(t)$. Следует учесть, что вместе с отходами $q_{\max}(t)$ возможны потери семян $P_c(t)$. С учетом вышеизложенного построена модель функционирования технологических процессов подготовки семян и нанесения на них искусственных оболочек (рис. 5).

Расчет допустимых значений оценок показателей работы машин по предпосевной обработке семян

Для качества технологических процессов, участвующих в подготовке семян к посеву, необходимо выявить количественные оценки их протекания.

Таковыми оценками, исходя из изложенного и при условии, что исследуемые процессы являются случайными величинами со свойствами стационарности

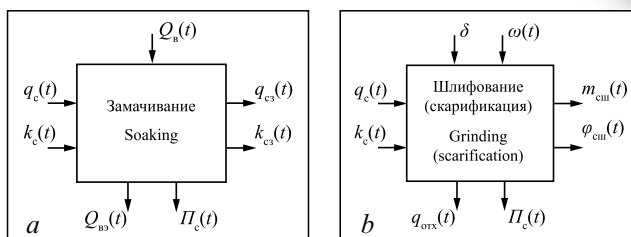


Рис. 4. Модель предпосевной обработки семян:

a – замачиванием, b – шлифованием

Fig. 4. Pre-sowing seed treatment model: a – soaking, b – grinding

и эргодичности, возможны допуски $\pm \Delta_x$ на протекание их во времени.

Вероятность сохранения допуска (количественной оценки качества протекания процессов при предпосевной обработке) определяется как:

$$P_{\Delta} = \int_{-\Delta_c}^{+\Delta_c} f(x) dx, \quad (8)$$

где $f(x)$ – плотность распределения параметров x .

Распределение этих параметров отличается от нормального, но при расчете допустимых значений оценок качества технологических процессов и операции предпосевной обработки можно считать их распределение нормальным. При таком распределении параметров соотношение (8) приводится к виду:

$$P(-\Delta x < x < +\Delta x) = \Phi\left(\frac{\Delta x - m_x}{\sigma_x}\right) - \Phi\left(\frac{m_x - \Delta x}{\sigma_x}\right), \quad (9)$$

где $\Phi(x)$ – функция Лапласа,

$$\frac{\Delta - m_x}{\sigma_x} - \text{нормированное значение аргумента.}$$

При симметричном отклонении $\pm \Delta_k$ относительно среднего значения m_x возможность проявления оценки качества технологического процесса, с вероятностью P в интервале $\pm \Delta_x$ определится следующим образом: если интервал Δ_{x1} и Δ_{x2} симметричен относительно центра рассеивания и $\Delta_{x1} = m_x - \Delta_x$, а $\Delta_{x2} = m_x + \Delta_x$ то формула (9) примет вид:

$$P(|x - m_x| < \Delta_x) = \Phi\left(\frac{\Delta_{x1}}{\sigma_x}\right) - \Phi\left(\frac{\Delta_{x2}}{\sigma_x}\right), \quad (10)$$

и поскольку $\Phi(\kappa)$ – функция нечетная, то уравнение будет иметь вид:

$$P(|x - m_x| < \Delta_x) = 2\Phi\left(\frac{\Delta_x}{\sigma_x}\right) \quad (11)$$

ИЛИ

$$\text{III} \quad P(|x - m_x| < \Delta_x) = 2\Phi\left(\frac{\delta_x}{v_x}\right), \quad (12)$$

где Δ – функциональный допуск на отклонение,

$$\delta_x = \Delta_x / m_x - 1 \quad \left[(\Delta_x - m_x) / \sigma_x = m_x \left(\frac{\Delta_x}{m_x} - 1 \right) / \sigma_x \right],$$

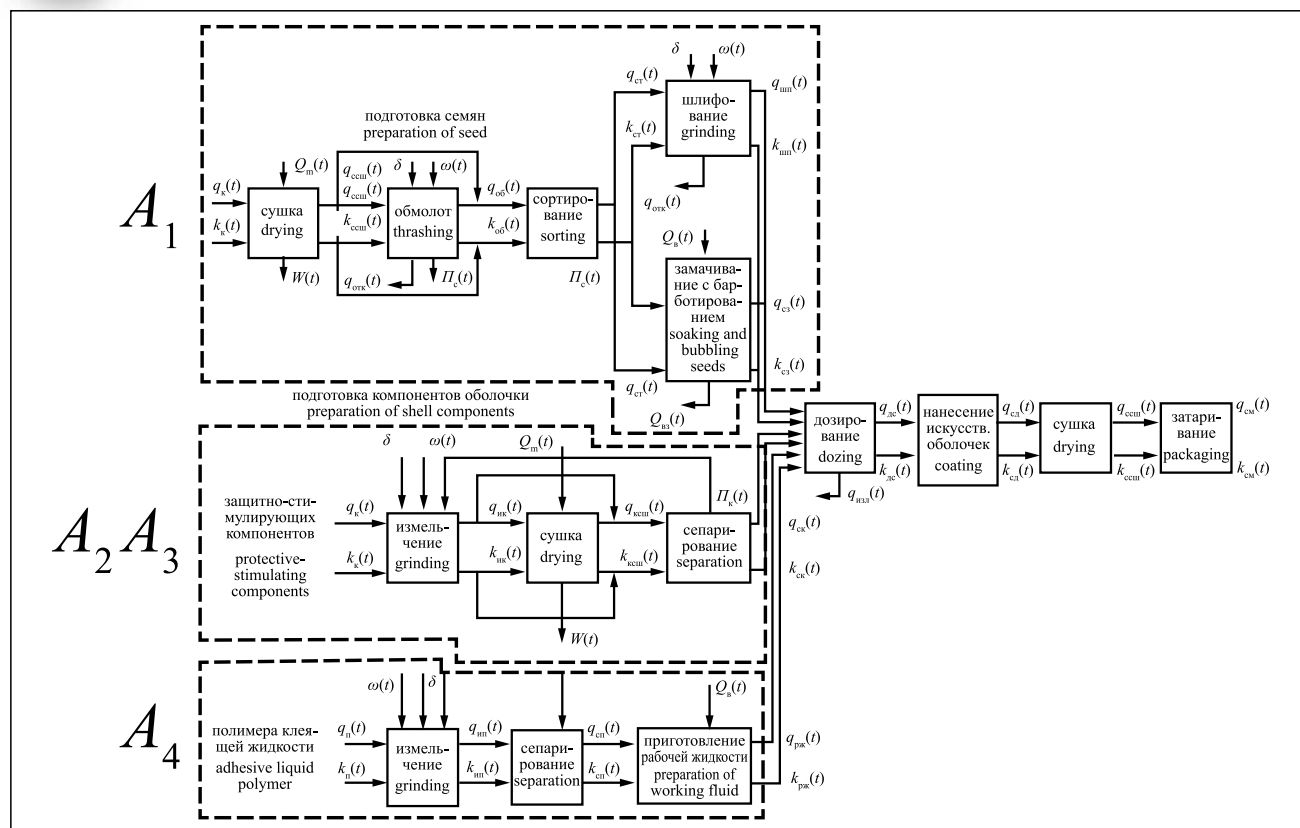


Рис. 5. Модель функционирования технологического процесса нанесения искусственных оболочек

Fig. 5. Model of functioning of technological process of drawing artificial covers

относительный диаметр полученных драже, выраженный в %;

$$v_x = \left(\frac{\sigma_x}{m_x} \right) - \text{коэффициент вариации.}$$

Здесь m_k – среднее значение диаметра полученных драже, мм, (как мера количественной оценки качества технологического процесса).

Выводы. Критерием оптимизации процессов при предпосевной обработке семян будет вероятность сохранения допуска на данный процесс, следовательно, чем выше вероятность сохранения допуска, тем более строгим технологическим требованиям должен отвечать весь технологический процесс предпосевной обработки семян и качество работы каждой машины.

Выражения (11) и (12) использованы для определения вероятности сохранения заданных допусков $\pm \Delta_x$ по результатам экспериментальных исследований процессов нанесения искусственных оболочек после определения их числовых характеристик – среднего значения m_x и среднеквадратического отклонения σ_x и расчетов их допускаемых значений при заданном значении δ_x . Благодаря статистической природе процессов предпосевной обработки семян в условиях нормального функционирования машин и оборудования для оценки параметров вы-

числили средние значения этих параметров с учетом достоверности и надежности полученных характеристик. Установив ограничения на показатель P_{Δ} , по полученным характеристикам определяли допустимые значения в рамках агротехнических требований к процессам предпосевной обработки семян и качеству работы машин и оборудования.

С учетом изложенного, критерием повышения эффективности технологических процессов при нанесении искусственных оболочек должно служить повышение вероятности сохранения допуска $P(\Delta) \Rightarrow \max$ показателей качества технологических процессов, а именно: угла трения и подачи семян; концентрации и подачи клеящей жидкости; гранулометрического состава и подачи защитно-стимулирующих компонентов; скорости пневмотранспорта защитно-стимулирующих компонентов; кинематического режима процесса нанесения искусственных оболочек.

Деагрегирование структурной модели технологического процесса предпосевной обработки семян (рис. 2) на составляющие (рис. 4 и 5) позволило установить набор технологических процессов, количественные характеристики и динамика протекания которых существенно влияют на процесс предпосевной обработки семян в целом. Эта совокупность включает следующие процессы: подготовка семян, клеящей жидкости, защитно-стимулирующих компонентов и наполнителей, а также обеспечение их взаимодействия с целью наслаивания и коагуляции последних, с образованием искусственной оболочки.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Моделирование сельскохозяйственных агрегатов и их систем управления /Под ред. А.Б. Лурье. Л.: Колос. 1979. 312 с.
2. Валге А.М., Пашченко Ф.Ф. Математическое моделирование технологических процессов сельскохозяйственного производства по экспериментальным данным (Динамические модели): Методические рекомендации НИПТИМЭСХ НЗ РСФСР. Л.: Пушкин, 1980. 85 с.
3. Валге А.М. Обработка экспериментальных данных и моделирование динамических систем при проведении исследований по механизации сельскохозяйственного производства. СПб.: СЗНИИМЭСХ, 2002. 176 с.
4. Еникеев В.Г., Кербер В.Н., Крячко К.А. Получение первичной информации и ее обработка для моделирования сельскохозяйственных агрегатов и их систем регулирования //Записки ЛСХИ. Л., 1966. Т. 108. Вып. 1. С. 41-46.
5. Еникеев В.Г., Валге А.М., Плаксина Е.Г. Использование статистических методов для обработки данных при проведении научных исследований по механизации и электрификации сельскохозяйственного производства. Л., 1978. 64 с.
6. Кубеев Е.И. Оптимизация кинематического режима дражирования // *Аграрная наука*. 2010. N7. С. 29-30.
7. Кубеев Е.И. Взаимодействие семян и компонентов драже // *Техника в сельском хозяйстве*. 2010. N3. С. 37-39.
8. Кубеев Е.И. Увеличить всхожесть семян моркови // *Сельский механизатор*. 2010. N8. С. 16-17.
9. Кубеев Е.И. Вероятностная оценка качества калибровки дражированных семян овощных культур // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 2010. N4. С. 26-27.
10. Черноиванов В.И., Ежевский А.А., Федоренко В.Ф. Мировые тенденции машинно-технологического обеспечения интеллектуального сельского хозяйства. М.: Росинформагротех. 2012. 284 с.
11. Tariq Shah, Amir Zaman Khan, Asif ur Rehman, H. Akbar, A. Muhammad, S.K. Khalil. Influence of pre-sowing seed treatments on germination properties and seedling vigor of wheat // *Research in: Agricultural & Vet. Sci.* Vol. 1, N1, 2017, pp. 62-70.

REFERENCES

1. Modelirovaniye sel'skokhozyaystvennykh agregatov i ikh sistem upravleniya [Modeling of agricultural units and their control systems] /Ed. by A.B. Lur'ye. L.: Kolos. 1979. 312. (In Russian).
2. Valge A.M., Pashchenko F.F. Matematicheskoye modelirovaniye tekhnologicheskikh protsessov sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva po eksperimental'nym dannym (Dinamicheskiye modeli): Metodicheskiye rekomendatsii [Mathematical modeling of technological processes of agricultural production according to experimental data (Dynamic models): Guidelines] NIPTIMESKH NZ RSFSR. L.: Pushkin, 1980. 85. (In Russian).
3. Valge A.M. Obrabotka eksperimental'nykh dannykh i modelirovaniye dinamicheskikh sistem pri provedenii issledovaniy po mekhanizatsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva [Processing of experimental data and modeling of dynamic systems during research on agricultural production mechanization]. SPb.: SZNIIIMESKH, 2002. 176. (In Russian).
4. Yenikeev V.G., Kerber V.N., Kryachko K.A. Polucheniye pervichnoy informatsii i yeye obrabotka dlya modelirovaniya sel'skokhozyaystvennykh agregatov i ikh sistem regulirovaniya [Generation and processing of primary information for the simulation of agricultural machines and their control systems] //Zapiski LSKHI. L., 1966. Vol. 108. Issue 1: 41-46. (In Russian).
5. Yenikeev V.G., Valge A.M., Plaksina Ye.G. Ispol'zovaniye statisticheskikh metodov dlya obrabotki dannykh pri provedenii nauchnykh issledovaniy po mekhanizatsii i elektrifikatsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva [Use of statistical methods for data processing in conducting a scientific research on the mechanization and electrification of agricultural production]. L., 1978. 64. (In Russian).
6. Kubeyev Ye.I. Optimizatsiya kinematicheskogo rezhima drazhirovaniya [Optimization of the kinematic mode of pelleting] // *Agrarnaya nauka*. 2010. N7. 29-30. (In Russian).
7. Kubeyev Ye.I. Vzaimodeystviye semyan i komponentov drazhe [Interaction of seed and pellet components] // *Tekhnika v sel'skom khozyaystve*. 2010. N3. 37-39. (In Russian).
8. Kubeyev Ye.I. Uvelichit' vskhozhest' semyan morkovi [Increasing the germination rate of carrot seeds] // *Sel'skiy mekhanizator*. 2010. N8. 16-17. (In Russian).
9. Kubeyev Ye.I. Veroyatnostnaya otsenka kachestva kalibrovaniya drazhированных семян овощных культур [Probabilistic assessment of the calibration quality of pelleted vegetable seeds] // *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva*. 2010. N4. 26-27. (In Russian).
10. Chernoi vanov V.I., Ezhevskiy A.A., Fedorenko V.F. Mirovyie tendentsii mashinno-tekhnologicheskogo obespecheniya intellektual'nogo sel'skogo khozyaystva [Global trends in machine-technological support of intellectual agriculture]. Moscow: Rosinformagrotekh. 284. (In Russian).
11. Tariq Shah, Amir Zaman Khan, Asif ur Rehman, H. Akbar, A. Muhammad, S.K. Khalil. Influence of pre-sowing seed treatments on germination properties and seedling vigor of wheat // *Research in: Agricultural & Vet. Sci.* Vol. 1, N1, 2017, 62-70. (In English)

Статья поступила в редакцию 01.02.2018

Статья принята к публикации 09.04.2018

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.